

補助事業番号 2019M-157

補助事業名 2019年度 高速回転式打撃装置を用いた外壁タイル検査ロボットの実用化に対する研究補助事業

補助事業者名 有明工業高等専門学校 創造工学科 准教授 岩本達也

1 研究の概要

外壁用タイルは日光や寒暖差により浮きが発生し剥落を生じる恐れがあるため、定期的に点検する必要があるが、検査費用が大きな負担となっている。外壁タイル検査の低コスト化を実現するために、コストの大部分を占める足場やゴンドラの代わりに吊り下げられたワイヤーを使って昇降し、打診検査が可能な検査ロボットが有効である。実用化への課題として、①出窓などの凹凸のある実構造物への対応、②うねりのある壁面における打撃の安定化、③検査速度の向上などの課題を解決する必要がある。本研究では、高速回転式打撃装置および高速処理可能な計測システムを開発し、外壁タイル検査ロボットの実用化を目指す。

2 研究の目的と背景

マンション等の建築物において、タイル貼りの物件や全体の90%を超える。外壁用タイルは日光や寒暖差が原因でコンクリート下地から離れてしまう浮きが発生し、タイルの剥落が生じる恐れがある。このような事故を未然に防ぐため、平成20年には国土交通省から、タイル壁面落下診断に関して、10年を目安に全壁面を調査し、行政庁への定期検査報告の義務が適用されることとなった。このような検査は、マンションなどでは住民による自治会が実施する。しかし、検査コストが過大な負担となっている。したがって、安全で安心な住環境を維持するためには検査コストの削減が必要である。また、打診には足場が必要なため高所作業となり危険である。そこで足場不要の検査ロボットが開発されているが、実用化には至っていない。実用化には、①出窓などの凹凸のある実構造物への対応、②うねりのある壁面における打撃の安定化、③検査速度の向上などの課題を解決する必要がある。

本研究では、これらの課題を解決するために高速回転式打撃装置および高速処理可能な計測システムを開発した。高速回転式打撃装置とは、ひもの先端に硬球が付いた打撃体を高速回転させて壁面を打撃するもので、ひもの長さがある程度長く取ることによって壁面と打撃装置との距離が変化しても安定した打撃が可能となる。また、回転式のため打撃速度を大きくすることができるため、検査速度の向上が可能である。さらに、同じ個所を複数回打撃することもでき、浮きタイルの見落としの防止も期待できる。

3 研究内容(<https://iwamotolab.wixsite.com/iwalab/jka>)

(1) 高速回転式打撃装置の開発

図1に検査ロボットの概要を示す。また、図2に検査ロボットの外観を示す。検査ロボットは、屋上より吊り下げられた2本のワイヤーをホイールに巻きつけ、モーターで駆動することで上下に移動

できる。図3に本研究で開発した単列型回転式打撃装置を示す。単列型回転式打撃装置は、打撃体が水平方向に100mm間隔で9個取り付けられており、約300rpmで回転する。ロボットの移動速度は分速約4.2mなので、一般的な45二丁タイル(幅95mm×高さ45mm)では、タイル1枚当たり3～4回ずつ打撃することが可能である。また、打撃装置は、壁面に密着する必要があるため、ロボットの重心移動を利用して、壁面に押し付けられるように工夫している。ロボットの操縦は、建物より少し離れた位置から、作業者が目視で確認しながら無線操縦を行う。打撃音は、マイクロフォンで集音され、ロボットに搭載された計測システムにより解析し、浮きの有無を判定する。

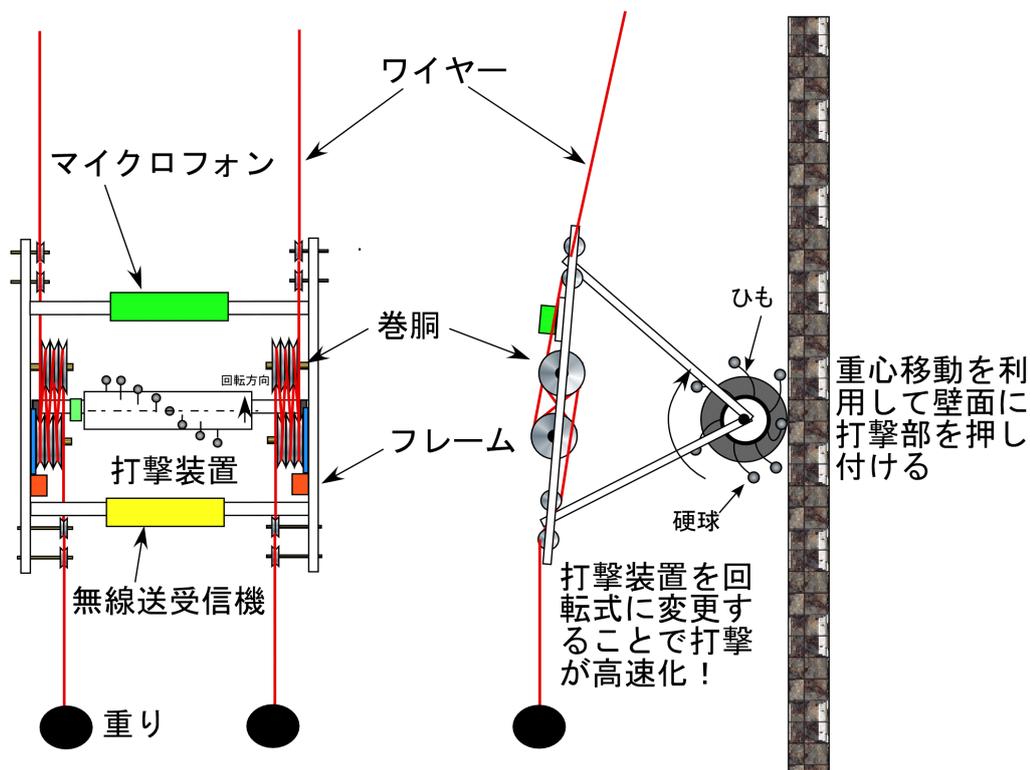


図1 検査ロボットの概要

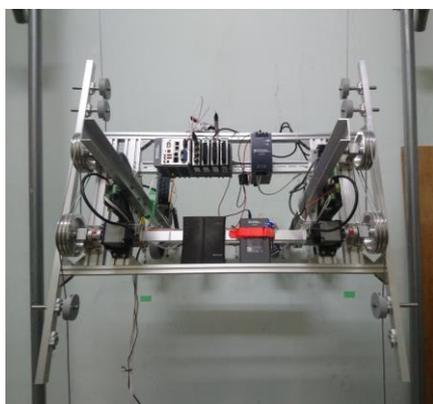


図2 検査ロボットの外観



図3 高速回転式打撃装置

(2) 高速処理可能な計測システムの構築

計測システムは、打撃音を集音するマイクロフォンと打撃体の回転角を検出するエンコーダ、A/D変換モジュールおよびFPGA搭載組込制御コントローラで構成されている。打撃音はマイクロフォンにより集音され、A/D変換モジュールを介して組込制御コントローラに収録される。組込制御コントローラでは、打撃体の回転角より、打撃音の打撃位置を算出し記録する。同時に、打撃音を周波数解析し、浮きの有無を判定する。組込制御コントローラはFPGAを搭載しており、打撃音1回あたり約20msでの高速処理が可能である。また、赤外線カメラを用いた位置情報抽出プログラムにより、ロボットの位置を抽出することが可能で、周波数解析による判定結果と位置情報を組み合わせることで、異常個所のマッピングが可能となる。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究で開発された打撃装置を搭載した検査ロボットが実用化されれば、外壁検査の低コスト化と効率的な検査が実現できる。さらに、検査記録を保存し蓄積することでAIなどを用いた健全性評価を開発する際の参照データとして活用できる。高度なAIが開発され、熟練作業による診断が不要となれば、外壁検査の低コスト化はさらに加速されると予想される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでに、コンクリート構造物に対する非破壊検査の効率化に関する研究を実施しており、検査方法の提案や吸着式壁面検査ロボットの製作を通じて、非破壊検査に関する知見とものづくりについての技術を蓄積してきた。本事業で開発した検査ロボットは、ワイヤー吊下げ式のため安全性が高く、重力を利用し壁面に押し付けるため、ビル風が吹いても安定した姿勢で走行可能である。また、高速回転式打撃装置を用いることで、検査速度が飛躍的に向上することができる。今後は、この検査ロボットを改良し、検査の作業効率の向上と検査精度の向上に関する研究を推進していきたい。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- ① 蔵本英祐, 岩本達也, 外壁タイル検査ロボット用回転式打撃装置の開発, 日本材料学会 材料シンポジウム 若手学生研究発表会講演論文集 2019年10月
- ② 蔵本 英祐, 岩本達也, 外壁タイル検査のための高速回転式打撃装置の開発, 日本機械学会 九州支部 第73期 総会・講演会 講演論文集 2020年3月
- ③ 岩本 達也, 久保 慶太, 内田 正寛, 外壁タイル検査のための単列式回転型打撃装置の開発, 日本機械学会 2020年度年次大会, 発表予定

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

研究紹介リーフレット (<https://iwamotolab.wixsite.com/iwalab/jka>)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの
なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 有明工業高等専門学校創造工学科
(アリアケコウギョウコウトウセンモンガッコウソウゾウコウガクカ)

住 所: 〒836-8585
福岡県大牟田市東萩尾町150

担 当 者: 准教授 岩本 達也 (イワモト タツヤ)

担 当 部 署: メカニクスコース (メカニクスコース)

E - m a i l: tiwamoto@ariake-nc.ac.jp

U R L: <https://iwamotolab.wixsite.com/iwalab>